

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

AB

(11)Publication number : 2000-013314

(43)Date of publication of application : 14.01.2000

(51)Int.Cl.

H04B 10/02

H04J 14/00

H04J 14/02

(21)Application number : 10-173084

(71)Applicant : OKI ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 19.06.1998

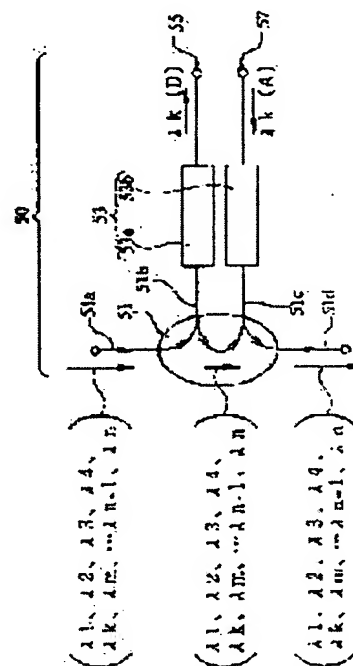
(72)Inventor : SASAKI KENSUKE
NISHIKI TAMAHIKO

(54) OPTICAL ADM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce an insertion loss further and to reduce the cost further.

SOLUTION: The optical ADM is provided with an optical circulator 51 having $(2n+2)$ sets of ports and with $2n$ -set of wavelength filters 53a, 53b. The optical circulator 51 has a characteristic by which light is circulated in the order of 1st to 4th ports. The 1st wavelength filter 53a connects to a 2nd port 51b of the optical circulator 51. A 2nd wavelength filter 53b connects to a 3rd port 51c of the optical circulator 51. Wavelength filters with the same transmission characteristic are used for the 1st wavelength filter 53a and the 2nd wavelength filter 53b.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-13314
(P2000-13314A)

(43) 公開日 平成12年1月14日 (2000.1.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	マークシート* (参考)
H 0 4 B 10/02		H 0 4 B 9/00	V 5 K 0 0 2
H 0 4 J 14/00			E
14/02			

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-173084

(22) 出願日 平成10年6月19日 (1998. 6. 19)

(71) 出願人 000000295

沖電気工業株式会社

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号

(72) 発明者 佐々木 健介

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(72) 発明者 西木 玲彦

東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気
工業株式会社内

(74) 代理人 100085419

弁理士・大垣 孝

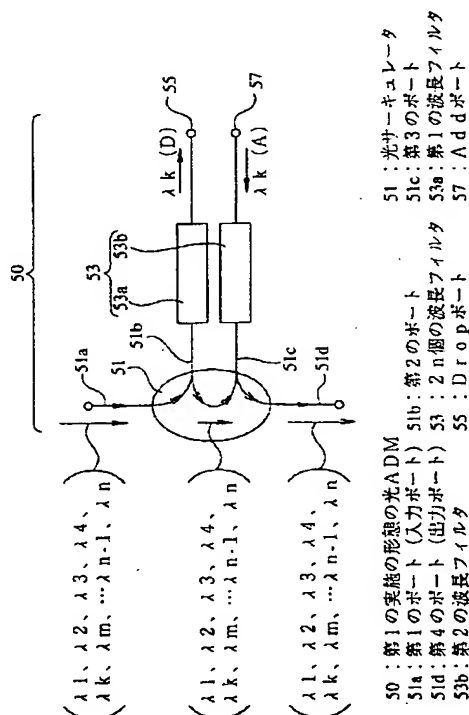
Fターム(参考) 5K002 BA02 BA05 BA21 CA03 DA02
FA02

(54) 【発明の名称】 光ADM

(57) 【要約】

【課題】 従来に比べ、挿入損失を少なくかつコストを低くする。

【解決手段】 $2n+2$ 個のポートを持つ光サーキュレータ51と、 $2n$ 個の波長フィルタ53a、53bを具える。光サーキュレータ51は、第1～第4のポートの順に光が循環する特性を持つ。第1の波長フィルタ53aを、光サーキュレータ51の第2のポート51bに接続する。第2の波長フィルタ53bを、光サーキュレータ51の第3のポート51cに接続する。第1の波長フィルタおよび第2の波長フィルタ53a、53bとして、透過特性が同じ波長フィルタを用いる。



第1の実施の形態の説明図

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 $2n + 2$ 個のポートを持つ光サーキュレータと、

該光サーキュレータの第 2 ～ 第 $2n + 1$ のポートに個別に接続された合計 $2n$ 個の波長フィルタであって、同じ透過特性をもつ波長フィルタを 2 個ずつ含む $2n$ 個の波長フィルタと、を具えたことを特徴とする光 ADM (ただし、 n は 1 以上の整数である。)。

【請求項 2】 請求項 1 に記載の光 ADM において、同じ透過特性を持つ前記 2 個の波長フィルタにおける前段の波長フィルタの、前記光サーキュレータに接続されたポートと反対側のポートを、該光 ADM の 1 つの Drop ポートとし、

該 2 個の波長フィルタにおける後段の波長フィルタの、前記光サーキュレータに接続されたポートと反対側のポートを、該光 ADM の 1 つの Add ポートとすることを特徴とする光 ADM。

【請求項 3】 請求項 1 に記載の光 ADM において、同じ透過特性を持つ前記 2 個の波長フィルタを、1 枚の波長フィルタの近接する 2 つの領域で構成したことを特徴とする光 ADM。

【請求項 4】 請求項 3 に記載の光 ADM において、前記 1 枚の波長フィルタを、干渉膜フィルタまたはエタロンフィルタで構成したことを特徴とする光 ADM。

【請求項 5】 請求項 1 に記載の光 ADM において、同じ特性を持つ前記 2 個の波長フィルタにおける各波長フィルタを、

該光 ADM で扱う波長多重光中の各波長光毎の反射区域を具えたフィルタ部と、

該フィルタ部の前記反射区域毎に設けられ、該反射区域で反射していた光を透過するよう該反射区域の光学特性を一時変化させる光学特性可変手段とを具えた波長フィルタで構成したことを特徴とする光 ADM。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 この発明は、波長多重光を伝送している伝送路中に特定の波長光を挿入したり (Add)、該伝送路から特定の波長光を取り出したり (Drop) する素子、いわゆる光 ADM (Add-Drop Multiplexer) に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 光通信の大容量化のために、複数の波長の光信号を多重化して伝送する方式、いわゆる波長多重伝送方式 (WDM) が注目されている。WDM を実施する場合、光通信ネットワーク上に、波長多重光が伝送される。この光ネットワークでの信号の授受を、光信号のまま実施するために、各ノードごとで、波長多重光の中に特定の波長光を挿入したり、波長多重光中から特定の波長光を取り出したりできる素子、いわゆる光 ADM が必要になる。

【 0 0 0 3 】 従来の光 ADM として、文献 1 (1997 年電子情報通信学会総合大会、B-10-237) に開示されたもの、文献 2 (エレクトロニクスレターズ (Electronics Letters) Vol. 31 No. 24 (1995)、pp. 2117-2118) に開示されたもの、文献 3 (アイイーイーイーフォトニクステクノロジーレターズ (IEEE photonics technology Letters) Vol. 7 No. 4 (1995)、pp. 388-390) や文献 4 (エレクトロニクスレターズ (Electronics Letters) Vol. 33 No. 25 (1997)、pp. 2120-2121) に開示されたもの、または、文献 5 (エレクトロニクスレターズ (Electronics Letters) Vol. 29 No. 24 (1993)、pp. 2133-2134) に開示されたものがある。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】 文献 1 に開示された光 ADM は、誘電体多層膜フィルタを用いた素子である。図 6 は、この文献 1 に開示された光 ADM 10 の構成を説明する図である。

【 0 0 0 5 】 この光 ADM 10 は、互いに離して配置した第 1 および第 2 の 2 つの誘電体多層膜フィルタ 11a、11b と、これらフィルタ 11a、11b に対して所定関係で配置した第 1 ～ 第 4 の 4 つのコリメータ 13a ～ 13d とからなる。

【 0 0 0 6 】 この光 ADM 10 では、第 1 のコリメータ 13a が、波長多重光の入力用コリメータとして使用される。第 2 のコリメータ 13b が、波長多重光の出力用コリメータとして使用される。第 3 のコリメータ 13c が、特定の波長光を波長多重光に挿入するための Add 用コリメータとして使用される。第 4 のコリメータ 13d が、波長多重光から特定の波長光を取り出すための Drop 用コリメータとして使用される。

【 0 0 0 7 】 しかしながら、この光 ADM 10 の場合、光を空間で飛ばして上記の各部品 11a、11b、13a ～ 13d を結合する素子である。そのため、この光 ADM 10 の場合、上記の各部品 11a、11b、13a ～ 13d の位置関係を精度良くする必要があるため、実装が容易でないという問題点がある。また、第 1 及び第 2 の誘電体多層膜フィルタ 11a、11b の波長特性 (透過特性) に差があると、挿入損失が大きくなるという問題点がある。

【 0 0 0 8 】 また、文献 2 に開示された光 ADM は、2 個の光サーキュレータと、ファイバグレーティングとを用いた素子である。図 7 は、この文献 2 に開示された光 ADM 20 の構成を説明する図である。

【 0 0 0 9 】 この光 ADM 20 は、3 つのポートを持つ第 1 光サーキュレータ 21 と、3 つのポートを持つ第 2 の光サーキュレータ 23 と、これら第 1 および第 2 の光サーキュレータそれぞれの第 2 のポート 21b、23b 間に設けたファイバグレーティング 25 とからなる。各光サーキュレータ 21、23 は、第 1 のポート 21a (23a) ～ 第 3 のポート 21c (23c) の順に光が

循環する特性を持つ。また、ファイバグレーティング 25 は、特定の波長光を反射する特性を持つ。

【0010】この光 ADM20 では、第 1 の光サーキュレータ 21 の第 1 のポート 21a が、波長多重光の入力用ポートとして使用され、第 3 のポート 21c が Drop 用ポートとして使用される。また、第 2 の光サーキュレータ 23 の第 1 のポート 23a が、Add 用ポートとして使用され、第 3 のポート 23c が波長多重光の出力用ポートとして使用される。

【0011】しかしながら、この光 ADM20 の場合、10 3 つのポートを持つ光サーキュレータを 2 つ用いる必要があるため、光 ADM のコストが高くなるという問題点がある。

【0012】また、文献 3 または文献 4 に開示された光 ADM は、マッハツェンダ構造と特定の波長光を反射する光フィルタとを組み合わせた素子である。図 8 は、この文献 3 または 4 に開示された光 ADM30 の構成を説明する図である。

【0013】この光 ADM30 は、第 1 の 3 dB カプラ 31 と、この 3 dB カプラ 31 の 2 つの出力ポートの一方に接続した第 1 の光フィルタ 33 と、他方の出力ポートに接続した第 2 光フィルタ 35 と、これら光フィルタ 33、35 の他端に接続した第 2 の 3 dB カプラ 37 とからなる。

【0014】この光 ADM30 では、第 1 の 3 dB カプラ 31 の一方の入力ポート 31a が、波長多重光の入力用ポートとして使用され、他方の入力ポート 31b が、Drop ポートとして使用される。また、第 2 の 3 dB カプラ 37 の一方の出力ポート 37a が、Add ポートとして使用され、他方の出力ポート 37b が波長多重光の出力用ポートとして使用される。

【0015】しかしながら、この光 ADM30 の場合、第 1 の 3 dB カプラ 31 と第 1 の光フィルタ 33 との距離、および、第 1 の 3 dB カプラ 31 と第 2 の光フィルタ 35 との距離を、光学的に同じにする必要がある。また、第 2 の 3 dB カプラ 37 と第 1 の光フィルタ 33 との距離、および、第 2 の 3 dB カプラ 37 と第 2 の光フィルタ 35 との距離を、光学的に同じにする必要がある。これを達成するため、例えば、3 dB カプラと光フィルタとの間に在る導波路の適当箇所 P (図 8 参照) を、例えばトリミングする等が必要となるため、製造コストが高くなるという問題点がある。また、この光 ADM30 の場合も、2 つの光フィルタの波長特性 (透過特性) に差があると挿入損失が大きくなるという問題点がある。

【0016】また、文献 5 に開示された光 ADM は、アレイ状の導波路を用いた素子である。図 9 は、この文献 5 に開示された光 ADM40 の構成を説明する図である。

【0017】この光 ADM40 は、 $N \times N$ アレイ導波路 50

格子 (AWG) 41 と、ループバックに使用する光ファイバ 43 とを組み合わせる構成された素子である。

【0018】AWG 41 の N 個の入力端子のうちの 1 つの入力端子 45 が波長多重光の入力ポートとして使用される。AWG 41 の N 個の出力端子のうちの 1 つの出力端子 47 が波長多重光の出力ポートとして使用される。AWG 41 の、前記入力端子 45 および出力端子 47 を除く他の入力端子および出力端子間を、それぞれ、光ファイバ 43 でループバックに接続してある。

【0019】この光 ADM40 では、入力ポート 45 に波長多重光を入力すると、この光は波長ごとに別々の光ファイバ 43 に出力される。また、この光 ADM40 では、いずれかの光ファイバ 43 を途中で切断した状態にする。文献 5 では、実際は、各光ファイバ 43 の途中に光コネクタを設けておき、必要に応じてこの光コネクタ部分でファイバを切り離す。切り離した光ファイバ 43 の一方を Drop ポート 49 として使用し、他方を Add ポート 51 として使用する。

【0020】しかしながら、この光 ADM40 の場合、 $N \times N$ の AWG 41 とループバックファイバ 43 との結合が難しいという問題点がある。さらに、 $N \times N$ の AWG 41 内の導波路自身の挿入損失が大きい (約 10 dB) という問題点がある。

【0021】従って、挿入損失が小さく低コストな光 ADM の実現が望まれる。

【0022】

【課題を解決するための手段】そこで、この発明の光 ADM によれば、 $2n+2$ 個のポートを持つ光サーキュレータと、この光サーキュレータの第 2 ~ 第 $2n+1$ のポートに個別に接続された合計 $2n$ 個の波長フィルタであって、同じ透過特性をもつ波長フィルタを 2 個ずつ含む $2n$ 個の波長フィルタと、を具えたことを特徴とする。

【0023】ただし、この発明において、 n は 1 以上の整数である。また、同じ透過特性を持つ波長フィルタとは、この発明の目的の範囲で透過特性が実質的に同じと考えることが出来る範囲で、透過特性が多少異なる場合も含む意味である。

【0024】この発明の光 ADM は、 $2n+2$ 個のポートを持つ光サーキュレータに $2n$ 個の波長フィルタを接続することで構成できる。

【0025】光サーキュレータと波長フィルタとを接続する際の位置合わせは、文献 1 に開示の光 ADM に比べ、容易である。また、文献 3 や文献 4 に開示の光 ADM で必要であった光路調整 (3 dB カプラと 2 つのフィルタそれぞれとの距離調整) も、この発明では行う必要がない。また、文献 2 に開示の光 ADM に比べ光サーキュレータの数を低減できる。これらのことから、従来に比べ低コストの光 ADM を実現できる。

【0026】また、この発明の光 ADM は、光を空間で飛ばしたり、アレイ状の導波路を用いる必要がないの

で、文献1や文献5に開示の光ADMに比べて低損失な光ADMを実現出来る。

【0027】従って、従来に比べ、挿入損失が小さく低コストな光ADMを実現することができる。

【0028】また、この発明の光ADMは、同じ透過特性を持つ波長フィルタを2個ずつ含む（但し、 n が1の場合は同じ透過特性を持つ波長フィルタを2個（すなわち1対）含む）素子になる。そして、これら2個の波長フィルタのうちの前段の波長フィルタは、特定の波長光を外部的に取り出すための手段（Dropポート）として使用でき、後段の波長フィルタは、特定の波長光を外部的に挿入するための手段（Addポート）として使用出来る。然も、この発明の光ADMでは、前段の波長フィルタで特定の波長光をもしDropしきれなかった場合でも（すなわちDropもれ光が生じて）、後段の波長フィルタによってこのもれ光を除去できる。従って、従来に比べて、Add光とDropもれ光とのクロストークを低減し易いという効果も得られる。

【0029】なお、この発明を実施するに当たり、同じ特性を持つ前記2個の波長フィルタを、1枚の波長フィルタの近接する2つの領域で構成するのが好適である。1枚の波長フィルタの近接する2つの領域は、同一の材料条件および同一の製造条件で製造された2つの波長フィルタと見なすことができるので、光学的特性が極めて類似した2つの波長フィルタが実現され易くなるからである。

【0030】この場合の1枚の波長フィルタの典型的な例として、干渉膜フィルタ（例えば誘電体多層膜フィルタ）またはエタロンフィルタ等を挙げることが出来る。

【0031】また、この発明を実施するに当たり、同じ透過特性を持つ2枚の波長フィルタのそれぞれを、次のような構成の波長フィルタで構成しても良い。

【0032】すなわち、光ADMで扱う波長多重光中の各波長光毎の反射区域を具えたフィルタ部と、該フィルタ部の前記反射区域毎に設けられ、該反射区域で反射していた光を透過するよう該反射区域の光学特性を一時変化させる光学特性可変手段とで構成した波長フィルタで構成しても良い。

【0033】この構成の場合、光学特性可変手段を制御することにより、波長フィルタで透過出来る波長を変更することができる。従って、Drop光およびAdd光の波長を可変出来る可変型光ADMを、実現することができる。

【0034】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照してこの発明の光ADMの実施の形態について説明する。しかしながら、説明に用いる各図は、これら発明を理解できる程度に概略的に示してあるにすぎない。また、各図において、同様な構成成分については、同一の番号を付して示し、その重複する説明を省略することもある。

【0035】1. 第1の実施の形態

図1は第1の実施の形態の光ADM50を説明する図である。この光ADM50は、 $2n+2$ 個のポートを持つ光サーキュレータとして、4個のポートを持つ光サーキュレータ51を具える。

【0036】光サーキュレータ51は、第1のポート51a～第4のポート51dの順に光が循環する特性を持つ。

【0037】この光サーキュレータ51の第2のポート51bに、第1の波長フィルタ53aを接続し、光サーキュレータ51の第3のポート51cに、第2の波長フィルタ53bを接続してある。この接続は、直接または光ファイバ等の好適な導波手段を介して行う。

【0038】これら第1の波長フィルタ53aおよび第2の波長フィルタ53bとして、同じ透過特性を持つ波長フィルタ、ここでは、任意の波長帯域 λ_k を透過する特性を持った波長フィルタを用いる。

【0039】この図1に示した光ADM50の場合、光サーキュレータ51の第1のポート51aを、波長多重光 $\lambda_1, \dots, \lambda_k, \dots, \lambda_n$ の入力ポートとして使用することができる。

【0040】また、第1の波長フィルタ53aの、光サーキュレータ51と接続された端子とは反対側の端子を、Dropポート55として使用することができる。

【0041】また、第2の波長フィルタ53bの、光サーキュレータ51と接続された端子とは反対側の端子を、Addポート57として使用することができる。

【0042】また、光サーキュレータ51の第4のポート51dを、波長多重光の出力ポートとして使用することができる。

【0043】なお、図1では、Drop光を λ_k (D)と表し、Add光を λ_k (A)と表してある。

【0044】光サーキュレータ51は、例えば市販されている光サーキュレータにより実現出来る。

【0045】第1および第2の波長フィルタ53a、53bそれぞれは、波長帯域 λ_k を透過できるものであれば、干渉膜フィルタ、エタロンフィルタまたはファイバグレーティングフィルタなど、任意好適な波長フィルタにより実現できる。

【0046】この光ADM50では、入力ポート51aから波長多重光を入力すると、この光は、光サーキュレータ51の第2のポート51bから第1の波長フィルタ53aに伝送される。

【0047】第1の波長フィルタ53aは、波長帯域 λ_k の光信号だけ透過しそれ以外の光を反射する特性を持つ。そのため、第1の波長フィルタ53aは、波長多重光の中から、波長帯域 λ_k の光信号を、Dropポート55から、Drop光 λ_k (D)として出力する。

【0048】また、第1の波長フィルタ53aで反射された光は、光サーキュレータ51の第2のポート51b

から光サーキュレータ51に入った後、第3のポート51cから第2の波長フィルタ53bに伝送される。

【0049】この伝送された光は、波長帯域 λk 以外の光であり、また、第2の波長フィルタ53bの透過特性が第1の波長フィルタ53aの特性と同じであるので、第2の波長フィルタ53bで反射される。そして、光サーキュレータ51の第4のポート51d、すなわちこの光ADM50の出力ポートから出力される。

【0050】また、Add光 λk (A)を挿入する必要がある場合は、これをAddポート57から入力する。このAdd光 λk (A)は、第2の波長フィルタ53bを透過した後、光サーキュレータ51の第3のポート51cに入力する。従って、Add光 λk (A)を、波長多重光に挿入することができる。

【0051】なお、第1の波長フィルタ53aで反射されて第2の波長フィルタ53bに至った光の中に、第1の波長フィルタ53aで透過しきれなかった波長帯域 λk の光、すなわちDropもれ光があった場合、このDropもれ光は、第2の波長フィルタ53bを透過する。すなわち、第2回目のフィルタリングを受けて、波長多重光中から除去される。従って、Dropもれ光とAdd光 λk (A)とのクロストークを、第2の波長フィルタ53bによる作用分、小さくできる。

【0052】この第1の実施の形態の光ADM50によれば、1つの4ポート光サーキュレータと2つの特性が同じ波長フィルタのみで、波長帯域 λk のAdd/Dropが可能な光ADMを実現できる。そのため、文献1～5のものに比べて、損失が少なくかつ低コストな光ADMを実現することができる。

【0053】また、第2の波長フィルタ53bがDropもれ光の除去作用も持つので、Dropもれ光とAdd光 λk (A)とのクロストークが従来に比べて小さい光ADMを実現することができる。

【0054】2. 第2の実施の形態

図2は第2の実施の形態の光ADM60を説明する図である。この光ADM60は、 $2n+2$ 個のポートを持つ光サーキュレータとして、6個のポートを持つ光サーキュレータ61を具える。

【0055】光サーキュレータ61は、第1のポート61a～第6のポート61fの順に光が循環する特性を持つ。

【0056】光サーキュレータ61の第2のポート61bに、第1の波長フィルタ63aを接続し、光サーキュレータ61の第3のポート61cに、第2の波長フィルタ63bを接続し、光サーキュレータ61の第4のポート61dに、第3の波長フィルタ63cを接続し、光サーキュレータ61の第5のポート61eに、第4の波長フィルタ63dを接続してある。

【0057】第1～第4の4個の波長フィルタ63a～63dのうち、2個ずつを透過特性が同じ波長フィルタ

で構成する。

【0058】この例では、第1の波長フィルタ63aおよび第2の波長フィルタ63bとして、特定の波長帯域 λk を透過する特性を持った波長フィルタを用いる。第3の波長フィルタ63cおよび第4の波長フィルタ63dとして、特定の波長帯域 λm を透過する特性を持った波長フィルタを用いる。

【0059】この図2に示した光ADM60の場合、光サーキュレータ61の第1のポート61aを、波長多重光 $\lambda 1$ 、 \dots 、 λk 、 λm 、 \dots ～ λn の入力ポートとして使用することができる。

【0060】また、第1の波長フィルタ63aの、光サーキュレータ61と接続された端子とは反対側の端子を、第1のDropポート65として使用することができる。

【0061】また、第2の波長フィルタ63bの、光サーキュレータ61と接続された端子とは反対側の端子を、第1のAddポート67として使用することができる。

【0062】また、第3の波長フィルタ63cの、光サーキュレータ61と接続された端子とは反対側の端子を、第2のDropポート69として使用することができる。

【0063】また、第4の波長フィルタ63dの、光サーキュレータ61と接続された端子とは反対側の端子を、第2のAddポート71として使用することができる。

【0064】また、光サーキュレータ61の第4のポート61dを、波長多重光の出力ポートとして使用することができる。

【0065】なお、図1では、第1のDrop光を λk (D)と表し、第1のAdd光を λk (A)と表し、第2のDrop光を λm (D)と表し、第2のAdd光を λm (A)と表してある。

【0066】この光サーキュレータ61は、公知の光サーキュレータ技術により実現出来る。

【0067】第1および第2の波長フィルタ63a、63bそれぞれは、波長帯域 λk を透過できるものであれば、干渉膜フィルタまたはエタロンフィルタまたはファイバグレーティングフィルタなど、任意好適な波長フィルタにより実現できる。

【0068】第3および第4の波長フィルタ63c、63dそれぞれは、波長帯域 λm を透過できるものであれば、干渉膜フィルタまたはエタロンフィルタまたはファイバグレーティングフィルタなど、任意好適な波長フィルタにより実現できる。

【0069】この第2の実施の形態の光ADM60は、波長帯域 λk の光と波長帯域 λm の光の2種類の光をAdd/Dropすることができる。

【0070】この第2の実施の形態の光ADMの動作原

理は、Add/Dropする波長が2帯域となったことを除いて、第1の実施の形態の光ADM50と同じであるので、その説明を省略する。

【0071】なお、図2では、 λ_k を透過する波長フィルタを隣合わせで並べ、 λ_m を透過する波長フィルタを隣合わせで並べる例を示した。しかし、第1～第4の波長フィルタの配置の仕方は図2の例に限られない。第1～第4の波長フィルタが、光サーキュレータ61の第2～第5のポートに重複なく接続されているなら、任意の配置とすることができる。

【0072】3. 第3の実施の形態

次に、第3の実施の形態について説明する。この第3の実施の形態は、透過特性が同じ2個の波長フィルタ各々の好ましい構成例に関する。

【0073】図3(A)は、この好ましい構成例の一例を説明する図、図3(B)は、この好ましい構成例の他の例を説明する図である。

【0074】図3(A)、(B)いずれも、この発明の光ADMに具わる透過特性が同じ2個の波長フィルタの部分に着目した図である。ここでは、第1の実施の形態の光ADM50の波長フィルタ53の部分に適用した例を示している。

【0075】この第3の実施の形態の光ADMであって、図3(A)に示した光ADMでは、同じ透過特性を持つ2個の波長フィルタ53a、53bを、1枚の誘電体多層膜フィルタ73の近接する2つの領域P1、P2で構成してある。

【0076】また、この第3の実施の形態の光ADMであって、図3(B)に示した光ADMでは、同じ透過特性を持つ2個の波長フィルタ53a、53bを、1枚(1つの)のエタロンフィルタ75の近接する2つの領域P1、P2で構成してある。

【0077】この第3の実施の形態によれば、同じ特性を持つ2個の波長フィルタを実現し易い。そのため、Dropもれ光とAdd光とのクロストークの低減、伝送光の損失の低減を図り易い。

【0078】なお、この第3の実施の形態の思想は、第2の実施の形態の光ADM60の、波長フィルタ63a、63bの2個の波長フィルタや、波長フィルタ63c、63dの2個の波長フィルタにももちろん適用出来る。

【0079】また、1枚の波長フィルタとして、誘電体多層膜フィルタやエタロンフィルタ以外の他の好適な波長フィルタを用いる場合があっても良い。

【0080】4. 第4の実施の形態

次に、第4の実施の形態について説明する。この第4の実施の形態は、透過特性が同じ2個の波長フィルタ各々を、波長可変型の波長フィルタで構成する例に関する。

【0081】図4(A)は、この第4の実施の形態の光ADM80の全体構成を説明する図、図4(B)は、波

長フィルタの部分拡大して示した図である。ここでは、4つのポートを持つ光サーキュレータ51を用いた光ADMに、この第4の実施の形態の思想を適用した例を示している。

【0082】この第4の実施の形態の光ADM80では、同じ特性を持つ2個の波長フィルタ53a、53bにおける各波長フィルタを、以下に説明するフィルタ部81および光学特性可変手段83とで構成する。

【0083】フィルタ部81は、この光ADM80で扱う波長多重光中の各波長光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ 毎の反射区域81a～81nを具える。このフィルタ部81は、例えば、ファイバグレーティング、基板に形成した導波路であって回折格子を有した導波路等、任意好適な手段で構成できる。

【0084】フィルタ部81をファイバグレーティングで構成する場合、各反射区域81a～81nを構成するグレーティングの周期 Λ は、所望の反射波長を λ とすると、 $\lambda = 2 \cdot n_{eff} \cdot \Lambda$ で与えられる周期とする。ここで、 n_{eff} は、グレーティング部のコアの実効屈折率である。

【0085】また、波長多重光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を反射する関係から(図5(B)参照)、反射帯域の広い波長フィルタが必要になる。そのため、ファイバグレーティングとして、例えば文献6(米国特許5367588号)に開示されているようなチャープグレーティングを用いるのが良い。すなわち、周期 Λ が小から大へ連続的にまたは段階的に変化している回折格子を用いるのが良い。

【0086】また、光学特性可変手段83は、フィルタ部81の反射区域81a～81n毎に設けられた各手段83a～83nである。これら光学特性可変手段83a～83nそれぞれは、担当する反射区域で反射していた光を透過するよう、担当する反射区域の光学特性を一時変化させる。

【0087】これら光学特性可変手段83a～83nそれぞれは、電氣的、機械的、光学的な任意の手段で構成できる。この実施の形態では、反射区域の温度を変更できる手段、例えばヒータによって構成する。

【0088】これら光学特性可変手段83a～83nは、第1の波長フィルタ53aおよび第2の波長フィルタ53bの各フィルタ部81の対応する反射区域81a～81nにまたがって、かつ、対応する反射区域に接するように設ける。

【0089】この第4の実施の形態の光ADM80では、光学特性可変手段83a～83nのいずれか1つをオンにすると、それが接している反射区域の屈折率が変化するので、この反射区域は今まで反射できた波長光(例えば λ_k)を反射できなくなる。そのため、第1及び第2の波長フィルタ53a、53bは、その波長光を同時に透過する特性を示すようになる。

【0090】光学特性可変手段83a～83nのうちの

どれをオンするかによって、透過波長を選択することができる。従って、Add/Drop 光を可変出来る光 ADM を実現できる。

【0091】なお、Add/Drop 光を可変できることを除いて、この第 4 の実施の形態の光 ADM 80 の Add/Drop 動作は、第 1 の実施の形態の光 ADM 50 と同様であるので、その説明は省略する。

【0092】この第 4 の実施の形態の思想は、第 2 の実施の形態の光 ADM 60 の、波長フィルタ 63 a、63 b の 2 個の波長フィルタや、波長フィルタ 63 c、63 d の 2 個の波長フィルタにももちろん適用出来る。

【0093】5. 製造方法に関する説明

この発明の光 ADM では、同じ透過特性を持つ 2 個の波長フィルタそれぞれを、ファイバグレーティングで構成する場合がある。第 4 の実施の形態でのフィルタ部 81 も、その一つの例であった。

【0094】2 個の波長フィルタをファイバグレーティングで構成する場合で、これら波長フィルタの透過特性がなるべく等しくなるようにファイバグレーティングを製造出来るのが好ましい。その 1 つの方法として、以下の方法を用いるのが好ましい。

【0095】図 5 (A) および (B) は、その説明図である。この製造方法では、紫外線を選択的に照射すると紫外線照射部分と未照射部分とで屈折率が変わる光ファイバ、いわゆる光感応性を持つ光ファイバ 91 を、2 本並べる。

【0096】これら 2 本の光ファイバ 91 の上方に、回折格子 93 a を持つ位相マスク 93 を、配置する。

【0097】この回折格子 93 a は、光ファイバ 91 に所望のグレーティング 91 y (図 5 (B)) を形成できる回折格子とする。然も、回折格子 93 a の幅を、2 本の光ファイバ 91 を覆える幅とする。

【0098】ファイバグレーティング 91 x に形成するグレーティング 91 y の周期 Λ は、所望の反射波長を λ とすると、 $\lambda = 2 \cdot n_{eff} \cdot \Lambda$ で与えられる周期である。ここで、 n_{eff} は、光ファイバ 91 のコアの実効屈折率である。

【0099】また、この発明では、例えば波長帯域 λ_k の光を透過しそれ以外の波長多重光 $\lambda_1 \sim \lambda_n$ を反射する関係から (図 5 (B) 参照)、反射帯域の広い波長フィルタが必要になる。そのため、回折格子 93 a として、例えば文献 6 (米国特許 5367588 号) に開示されているようなチャープグレーティングを用いるのが良い。すなわち、周期 Λ が小から大へ連続的にまたは段階的に変化している回折格子を用いるのが良い。

【0100】このような回折格子 93 a を持つ位相マスク 93 を介して、2 本の光ファイバ 91 に紫外線 95 を照射する。このように紫外線を照射された 2 本の光ファイバ 91 には、所定の屈折率分布、すなわち、グレーティング 91 y がそれぞれ形成される。

【0101】この製造方法では、2 本のファイバグレーティングを、同じフォトマスクを介して同一工程で製造できるので、透過特性が同じ 2 個の波長フィルタを製造し易い。

【0102】なお、上述の製法例では、2 本の光感応性光ファイバに 1 つのフォトマスクを介して紫外線を照射する例を説明したが、2 本の光感応性光ファイバに同時に同様な回折格子を作成出来れば、上記の方法以外の他の方法でも良い。例えば、二光束法などでも良い。

【0103】上述においては、この発明の光 ADM の実施の形態について説明した。しかし、この発明は上述の各実施の形態に何ら限定されるものではなく、多くの変形または変更を加えることができる。

【0104】例えば、上述の実施の形態では、4 ポート光サーキュレータおよび 2 個の波長フィルタを用いた例と、6 ポート光サーキュレータおよび 4 個の波長フィルタを用いた例を説明した。しかし、この発明は、 $2n+2$ 個のポートを持つ光サーキュレータおよび $2n$ 個の波長フィルタを用いた光 ADM であって、 n が 3 以上の整数の場合にも適用することができる。 n が増えるほど、Add/Drop 出来る波長数が増加する。

【0105】

【発明の効果】上述した説明から明らかなように、この発明の光 ADM によれば、 $2n+2$ 個のポートを持つ光サーキュレータと、この光サーキュレータの第 2 ～第 $2n+1$ のポートに個別に接続された合計 $2n$ 個の波長フィルタであって、同じ透過特性をもつ波長フィルタを 2 個ずつ含む $2n$ 個の波長フィルタとを具える。

【0106】このため、従来に比べて、挿入損失が小さく低コストな光 ADM を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】第 1 の実施の形態の光 ADM を説明する図である。

【図 2】第 2 の実施の形態の光 ADM を説明する図である。

【図 3】第 3 の実施の形態の光 ADM を説明する図である。

【図 4】第 4 の実施の形態の光 ADM を説明する図である。

【図 5】製造方法の一例を説明する図である。

【図 6】従来技術および課題を説明する図である。

【図 7】従来技術および課題を説明する図である。

【図 8】従来技術および課題を説明する図である。

【図 9】従来技術および課題を説明する図である。

【符号の説明】

50 : 第 1 の実施の形態の光 ADM

51 : 光サーキュレータ ($2n+2$ 個のポートを持つ光サーキュレータ)

51a : 第 1 のポート (入力ポート)

51b : 第 2 のポート

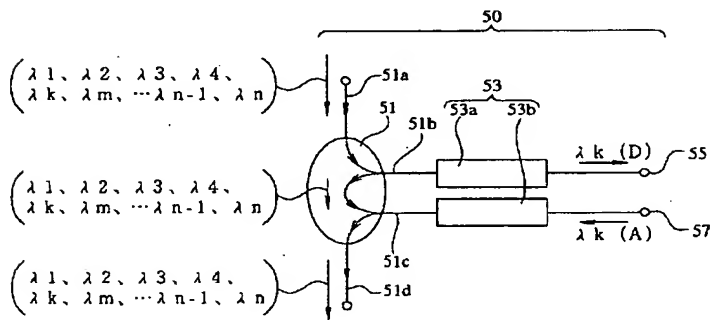
13

51c : 第3のポート
 51d : 第4のポート (出力ポート)
 53 : 2n個の波長フィルタ
 53a : 第1の波長フィルタ
 53b : 第2の波長フィルタ
 55 : Dropポート
 57 : Addポート
 60 : 第2の実施の形態の光ADM
 61 : 光サーキュレータ (2n+2個のポートを持つ光サーキュレータ)
 61a : 第1のポート (入力ポート)
 61b : 第2のポート
 61c : 第3のポート
 61d : 第4のポート
 61e : 第5のポート
 61f : 第6のポート (出力ポート)
 63 : 2n個の波長フィルタ
 63a : 第1の波長フィルタ

14

63b : 第2の波長フィルタ
 63c : 第3の波長フィルタ
 63d : 第4の波長フィルタ
 65 : 第1のDropポート
 67 : 第1のAddポート
 69 : 第2のDropポート
 71 : 第2のAddポート
 73 : 誘電体多層膜フィルタ
 75 : エタロンフィルタ
 80 : 第4の実施の形態の光ADM
 81 : フィルタ部
 81a ~ 81n : 反射区域
 83, 83a ~ 83n : 光学特性可変手段
 91 : 光感応性光ファイバ
 93 : 位相マスク
 93a : 回折格子
 95 : 紫外線

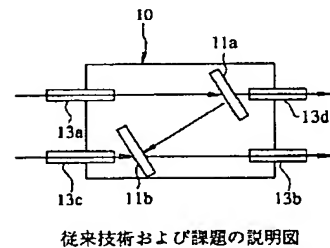
【図1】



50 : 第1の実施の形態の光ADM
 51a : 第1のポート (入力ポート) 51b : 第2のポート
 51c : 第3のポート
 51d : 第4のポート (出力ポート) 53 : 2n個の波長フィルタ
 53a : 第1の波長フィルタ
 53b : 第2の波長フィルタ 55 : Dropポート
 57 : Addポート

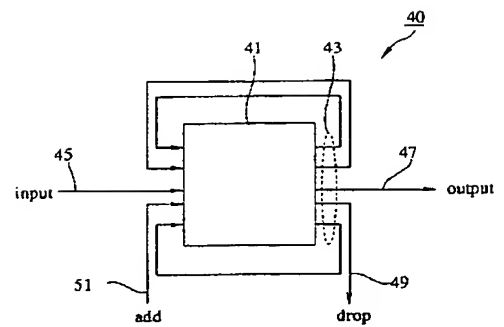
第1の実施の形態の説明図

【図6】



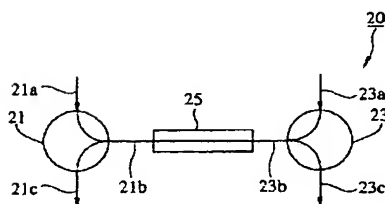
従来技術および課題の説明図

【図9】

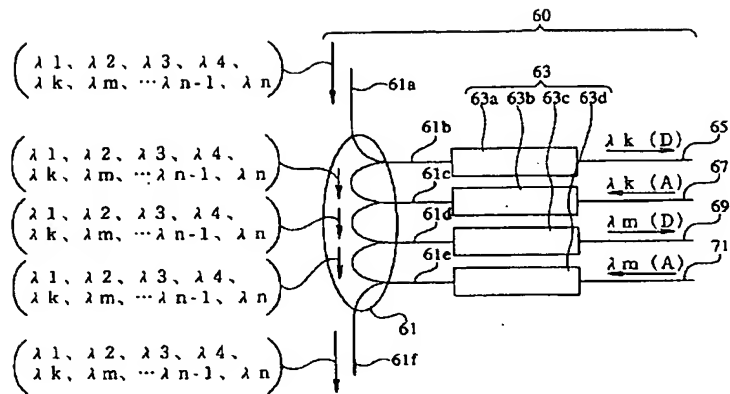


従来技術および課題の説明図

【図7】



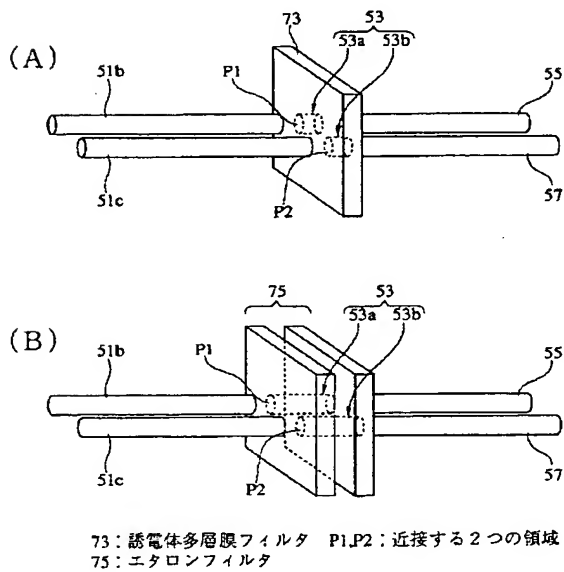
【図 2】



- 60 : 第2の実施の形態の光ADM 61 : 光サーキュレータ 61a : 第1のポート (入力ポート)
 61b : 第2のポート 61c : 第3のポート 61d : 第4のポート
 61e : 第5のポート 61f : 第6のポート (出力ポート) 63 : 2n個の波長フィルタ
 63a : 第1の波長フィルタ 63b : 第2の波長フィルタ 63c : 第3の波長フィルタ
 63d : 第4の波長フィルタ 65 : 第1のDropポート 67 : 第1のAddポート
 69 : 第2のDropポート 71 : 第2のAddポート

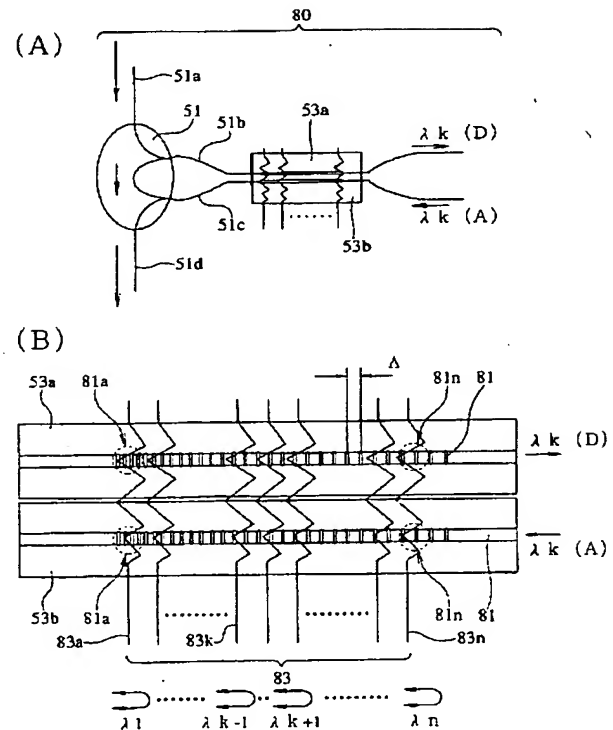
第2の実施の形態の説明図

【図 3】



第3の実施の形態の説明図

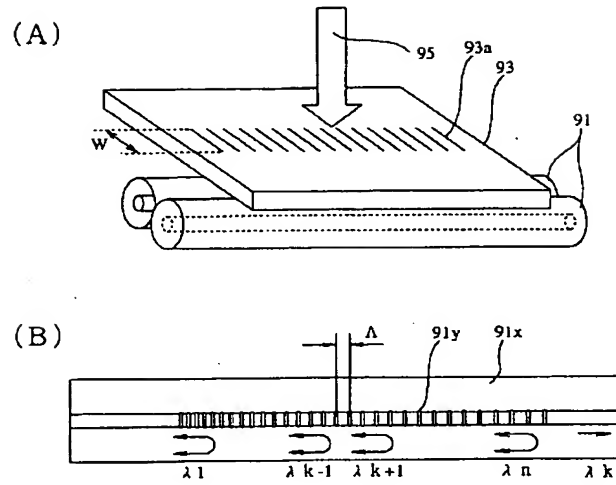
【図 4】



- 80 : 第4の実施の形態の光ADM
 81 : フィルタ部 81a~81n : 反射区域
 83, 83a~83n : 光学特性可変手段 (例えばヒータ)

第4の実施の形態の説明図

【図 5】



91 : 光感応性光ファイバ 91x : ファイバグレーティング
 91y : グレーティング 93 : 位相マスク
 93a : 回折格子 95 : 紫外線

製造方法の説明図